

시변시스템을 위한 RBF 신경망 기반의 QFT 파라미터계획 제어기법과 미사일 제어시스템에의 적용

RBF Network Based QFT Parameter-Scheduling Control Design for Linear Time-Varying Systems and Its Application to a Missile Control System

°임 기 홍°, 최 재 원°

* 부산대학교 기계공학부(Tel : 051-510-3203; Fax : 051-514-0685; E-mail : rchong@hanmail.net)
** 부산대학교 기계공학부(Tel : 051-510-2470; Fax : 051-514-0685; E-mail: choijw@hyowon.pusan.ac.kr)

Abstract : Most of linear time-varying(LTV) systems except special cases have no general solution for the dynamic equations. Thus, it is difficult to design time-varying controllers in analytic ways, and other control design approaches such as robust control have been applied to control design for uncertain LTI systems which are the approximation of LTV systems have been generally used instead. A robust control method such as quantitative feedback theory(QFT) has an advantage of guaranteeing the stability and the performance specification against plant parameter uncertainties in frozen time sense. However, if these methods are applied to the approximated linear time-invariant(LTI) plants which have large uncertainty, the designed control will be constructed in complicated forms and usually not suitable for fast dynamic performance. In this paper, as a method to enhance the fast dynamic performance, the approximated uncertainty of time-varying parameters are reduced by the proposed QFT parameter-scheduling control design based on radial basis function (RBF) networks for LTV systems with bounded time-varying parameters.

Keywords : QFT, LTV system, Parameter-scheduling, Radial basis function network

1. 서론

일반적으로 선형 시변시스템은 시간에 따른 시스템 파라미터의 변동으로 그 특성이 복잡할 뿐만 아니라 시스템에 대한 해석적인 해가 알려져 있지 않으므로 해석적인 제어기의 구성이 어렵다. 이런 문제를 해결하기 위해, 시변시스템을 불확실성을 포함한 시불변 시스템으로 근사화하고 견실성을 보장하는 제어기법을 이용하는 방법이 시변시스템의 제어기 구성에 주로 적용되어 왔다. 그러나, 견실성을 보장하는 시불변제어 설계기법을 선형 시변시스템에 적용할 경우, 시변 특성이 약한 시스템에 대해서는 요구되는 제어 성능을 구현할 수 있지만 시변 특성이 강한 시스템에 대해서는 제어 성능의 한계 때문에 요구되는 성능을 만족시키기 어렵다.

시불변시스템에 적용할 수 있는 조직적인 제어시스템 설계기법으로는 QFT(Quantitative Feedback Theory)를 들 수 있다[1-3]. 그러나 QFT도 시불변 제어시스템 설계기법이므로 강한 시변 특성의 시스템에 적용할 경우에는 성능의 한계를 보인다. 따라서, QFT 설계기법의 여러 이점을 시변시스템에도 적용할 수 있도록 본 논문에서는 QFT의 제어파라미터 값이 시변시스템의 상태에 따라서 적절하게 변화할 수 있는 파라미터계획 QFT를 제안한다.

본 논문에서 제안하는 QFT 파라미터계획 제어기법은, 각 구간에 대해서 발생할 수 있는 시변오차를 그 구간의 불확실성으로 반영하고 구간마다 이를 수용하는 QFT의 파라미터계획을 수행한다. 이를 위하여 시변시스템의 파라미터 변화를 반영할 수 있는 불확실성을 포함한 유한한 개수의 시불변시스템을 선정하고 이에 대한 QFT 제어파라미터를 구한다. 즉, 파라미터계획 기법에 사용되는 제어 파라미터는 기존의 QFT 기법에 의해서 구해진다. 파라미터계획

의 구성에 필요한 시불변시스템은 구간별 오차를 반영하는 일반화된 계획오차를 이용해서 선택할 수 있으며 구성된 파라미터들을 사상(mapping)시키고 연속적인 파라미터계획 함수를 구현하기 위해서는 RBF(Radial basis function) 신경망[4]을 이용한다.

마지막으로, QFT 파라미터계획기법을 시변파라미터 모델로 주어진 종방향 미사일시스템의 제어시스템 설계에 적용하고 시뮬레이션 결과를 통해서 적용 타당성과 성능을 검증한다.

2. 이론적 배경

2.1 QFT

QFT는 1960년대에 Isaac Horowitz에 의해서 그 개념이 제안되었으며 설계목적은 시스템의 파라미터 불확실성이 한계를 가질 경우, 요구되는 견실성을 가지도록 제어시스템을 설계하는 것이다. QFT 설계는 조건들을 Nichols 선도의 조건으로 반영하고 이를 만족할 수 있도록 loop shaping함으로써 이루어진다.

그림 1에서 볼 수 있듯이 QFT는 pre-filter인 $F(s)$ 와 보상기 $G(s)$ 를 포함하는 2자유도 구조를 가진다. 그림의 플랜트 $P(s)$ 는 불확실성을 표현하는 집합 P에 속한다.

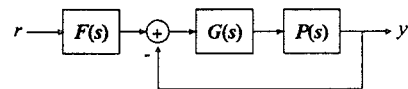


그림 1. QFT 제어시스템의 2DOF 구성.